



Uso do sensoriamento remoto na análise de mudanças morfológicas no rio Correntes

Edson Rodrigo dos Santos da Silva¹
Aguinaldo Silva¹
Beatriz Lima de Paula Silva¹
Luciana Escalante Pereira¹
Edward L. Lo²
Tayrine Pinho de Lima Fonseca¹
Maxwell da Rosa Oliveira¹

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS
Unidade I, Av. Rio Branco, 1270 - Universitário
79304-902 - Corumbá, MS, Brasil
{edson_r_silva, aguinald_silva, beatrizlpaula}@yahoo.com.br
{l.escalante.pereira, max.oliveira2102}@gmail.com
Tayrine.fonseca@hotmail.com

²University of Kentucky - UK
101 Slone Research Bldg.
Lexington, KY 40506-0053, USA
edward.lo@uky.edu

Resumo: Os rios meândrantes apresentam uma série de características que os diferenciam dos canais retilíneos e anastomosados, como por exemplo, as rápidas mudanças de seu curso, resultado de ajustes contínuos dos fatores hidrossedimentológicos. O estudo dessas mudanças possibilita, dentre outros resultados, conceber conhecimento sobre possíveis mudanças futuras, gerando informações para o planejamento e ordenamento territorial. Neste sentido, o presente trabalho objetiva identificar as mudanças morfológicas ocorridas no baixo rio Correntes entre os anos de 1984 e 2016, bem como gerar informações sobre sua bacia hidrográfica, atualmente escassas. Para tanto, fora utilizado sensoriamento remoto para análise temporal da migração dos meandros, pesquisa bibliográfica e trabalho de campo. O canal fluvial apresentou alta mobilidade, através da migração lateral e a jusante, exibindo uma tendência ao retilineamento do canal, constatada pela diminuição da sinuosidade entre 1984 e 2016. Essa tendência reflete o ajuste do canal em relação aos fatores hidrossedimentológicos, visto que a instalação de barramento para aproveitamento hidrelétrico a montante da região reteve sedimentos e potencializou a velocidade da corrente, aumentando a erosão e, conseqüentemente, a migração de meandros.

Palavras-chave: geotecnologias, dinâmica fluvial, rio Correntes, Pantanal.

Abstract: Meandering rivers have a number of features that differentiate them from rectilinear and anastomosing channels, such as the rapid change of course, which is the result of continuous adjustments of hydrosedimentological factors. Studying these changes informs of possible future changes, and generates data valuable for planning and land use. The present study aims to identify the morphological changes in the lower Correntes River between 1984 and 2016, and generate information that is currently scarce about the watershed. A temporal analysis of migrating meanders using remote sensing, literature search, and field work were conducted. The river was found to be highly mobile, with lateral and downstream migration, exhibiting a tendency rectilinear, channels as seen by the decreased sinuosity between 1984 and 2016. This trend reflects channel adjustment in relation to hydrosedimentological factors, since the hydroelectric dam upstream retained sediment and enhanced flow velocity, thereby increasing erosion and, consequently, the migration of meanders.

Key-word: geotechnology, fluvial dynamic, Correntes river, Pantanal.

1. Introdução

Os canais fluviais são descritos, com certa frequência, em retilíneos, anastomosados e meândricos. Conforme Leopold et al. (1957), os canais retilíneos são raros, localizados em trechos curtos de canais ou em linhas de falhas tectônicas, enquanto que os canais anastomosados caracterizam-se por apresentar grande carga de fundo que, junto às descargas fluviais, possibilita a formação de diversos canais que se separam e se juntam ao longo do canal fluvial.

A origem do termo meandro, conforme Christofolletti (1981) advém do caso do rio Maiandros, na Turquia; este termo define um tipo de canal fluvial caracterizado por curvas sinuosas, amplas, e semelhantes. Os canais fluviais constituem-se como um sistema aberto, buscando um estado de estabilidade a partir do esforço contínuo de escavação na margem côncava e deposição na margem convexa, Langbein et. al (1966). Os rios meandantes são comuns nas áreas úmidas cobertas por vegetação ciliar e em áreas planas. Para Guerra et al. (2009), os rios meandantes podem ser diferenciados dos outros padrões de canais pelo índice de sinuosidade que deve ser igual ou superior a 1,5.

A dinâmica dos canais meandantes é realizada a partir do processo de migração lateral e a jusante, sendo capaz de ampliar e renovar a planície fluvial seja através da expansão das curvas ou corte de meandros. Entretanto, o desenvolvimento dos meandros depende de diversos fatores, como camadas sedimentares móveis, gradientes topográficos moderadamente baixos, fluxos contínuos e regulares, cargas de fundo e em suspensão relativamente equivalentes, idem (2009).

Entretanto, conforme salienta Coelho et al. (2014), intervenções de grande porte podem causar o rompimento do equilíbrio longitudinal do rio, forçando-o a ajustes, gerando novas modificações no canal fluvial. Neste sentido, construções de barragem para aproveitamento energético alteram consideravelmente o sistema fluvial. Coelho (2008) cita algumas das alterações geomorfológicas sofridas pelos canais fluviais a jusante de barragens, como entalhe no leito do rio, com conseqüente descida do nível de base local; processo de erosão nas margens; alteração nos sedimentos de fundo e das margens, etc.

Neste contexto, o presente trabalho objetiva identificar as mudanças morfológicas ocorridas no baixo rio Correntes entre os anos de 1984 e 2016 a partir da utilização de técnicas sensoriamento remoto e trabalho de campo, gerando informações acerca da morfologia da bacia e dos processos atuantes. Dessa forma, ao identificar as mudanças passadas, podemos presumir mudanças futuras, gerando informações para o planejamento territorial e novas pesquisas em Geomorfologia Fluvial.

2. Objetivos

Identificar as mudanças morfológicas ocorridas no baixo rio Correntes, entre os anos de 1984 e 2016 e gerar informações sobre as características do rio, analisando possíveis alterações na morfologia do canal a partir da construção da UHE Ponte de Pedra.

3. Material e Métodos

De acordo com SEMA (2005), a nascente do rio Correntes localiza-se entre a serra da Saudade e de Maracaju, a uma altitude de 750 metros, percorrendo aproximadamente 245 km até sua foz na confluência com o rio Piquiri, à altitude de 154 metros. Sua bacia hidrográfica localiza-se entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, possuindo uma área de aproximadamente 5.410 Km², sendo 3.279 Km² em MS e 2.131 Km² em MT (**Figura 1**). Engloba ainda quatro municípios, os sul-mato-grossenses Sonora e Pedro Gomes, e os mato-grossenses Itiquira e Alto Araguaia. Contudo, apenas o município de Sonora possui seu núcleo urbano na área da bacia, o que representa uma população de 17.019 habitantes, conforme IBGE (2014).

No planalto, o rio Correntes corre encaixado entre rochas das Formações Marília, Botucatu, Furnas, Coberturas Detritico-Laterítica e Aluviões Holocênicos. Destacam-se três feições geomorfológicas, o planalto de Taquari-Itiquira, as Chapadas e, em alguns pontos, planícies fluviais que atingem até dois quilômetros de largura. Entre os solos, destacam-se as ordens de Latossolos e Neossolos com textura variante entre média e arenosa. Há um forte predomínio de atividades agrícolas, sobretudo com cultivo de soja, arroz, milho e cana-de-açúcar, sendo o município de Sonora um dos maiores produtores da região.

À altura da antiga estrada Campo Grande - Cuiabá, rio Correntes adentra em um túnel natural de aproximadamente 800 metros de comprimento, passando por baixo da estrada, SEMA (2005). Este fenômeno cárstico ocorre em rochas da Formação Furnas, as quais se destacam os arenitos esbranquiçados e avermelhados, com estratificações cruzadas. Melo et al. (2011), ao estudar o caso do Campo Geral do Paraná, destaca a característica da Formação Furnas em formar relevos cársticos, sobretudo pela ação do processo de dissolução e erosão subterrânea.

Do ponto de vista energético, conforme assinalou Souza Filho (2013), os locais de melhor potencial para aproveitamento hidrelétrico encontram-se nas regiões de maior declividade que, no caso da Bacia do Alto Paraguai, localizam-se no planalto. Dessa forma, o rio Correntes tem sido alvo de diversos empreendimentos hidrelétricos, através da instalação da UHE Ponte de Pedra (176 MW) e das PCH's Aquarius (4,2 MW) e Santa Gabriela (24 MW). Soma-se ainda os empreendimentos em eixo disponível, as PCH's Santa Paula (5,3 MW), Água Enterrada (14,5 MW) e Aquarius II (4,25 MW), Aneel (2015). A UHE Ponte de Pedra possui barragem de aproximadamente 13,8 Km², enquanto que a PCH Aquarius - o mais a jusante de todos os empreendimentos - encontra-se no exutório de uma área de aproximadamente 4.324 km² da bacia do rio Correntes, Souza Filho (2013).

Entre a saída do túnel cárstico e a entrada na planície pantaneira, o rio Correntes corre em um vale escavado nas rochas da Formação Furnas, apresentando um desnível de aproximadamente 210 metros, o que representa um gradiente topográfico 13 m/km. Nesta secção, a água ganha velocidade, formando algumas corredeiras e quedas d'água, SEMA (2005). Entretanto, é importante destacar que com a instalação e operação da UHE Ponte de Pedra a vazão nesta secção diminuiu, pois se tornou apenas o volume liberado pelos vertedouros, enquanto que o volume principal é captado pelo canal de adução, levado até a casa de força e liberado quilômetros depois, nas proximidades da planície pantaneira (**Figura 2**).

No Pantanal, o Correntes corre em um cinturão de meandros, cercado por uma planície fluvial de aproximadamente 1,5 km de largura. Essa planície localiza-se sobre Aluviões Holocê-

nicos constituídos por camadas sedimentares predominantemente arenosas, coerentes e firmes, advindos do processo de sedimentação do rio Correntes. Nesta planície destaca-se a presença de vegetação ciliar (em contraste aos pastos que a cerca), meandros abandonados (*Meander scar*), barras sedimentares (*Point bar*) e lagos de meandros (*oxbow lake*).

A identificação das mudanças morfológicas foram realizadas entre os anos de 1984 e 2016, fazendo-se uso de imagens orbitais do satélite Landsat TM 5, de Setembro de 1984, e do recém-lançado CBERS 4, câmera pancromática de 10 metros de resolução espacial, de Maio de 2016. Foram utilizadas as imagens 225/72 do satélite Landsat 8 (2014) e dados SRTM com 30 metros de resolução, tendo resultado na confecção do modelo digital de elevação da bacia do rio Correntes. Destaca-se o fato de os produtos Landsat terem sido adquiridas junto ao portal “Earth Explorer”, em que seu acervo já está corrigido previamente. Contudo, a imagem da câmera PAN 10 do satélite CBERS 4 não são corrigidas previamente, sendo necessária a execução do processo de georreferenciamento.

O georreferenciamento da imagem do satélite CBERS 4 foi executado no software QGIS, seguido do ajustamento da composição colorida R1G3B2, ressaltando os aspectos morfológicos do canal. Na imagem 225/72 do satélite Landsat TM 5, foi realizada o processo de realce e composição colorida R5G4B3, mesmo processo seguido para a imagem 225/72 do satélite Landsat 8, com composição colorida R6G5B4. Os dados vetoriais contendo os limites da bacia do rio correntes e sua rede de drenagem foram fornecidos pela Empresa Tractebel Energia, enquanto que os dados estatísticos de vazão foram adquiridos no Portal do ONS.

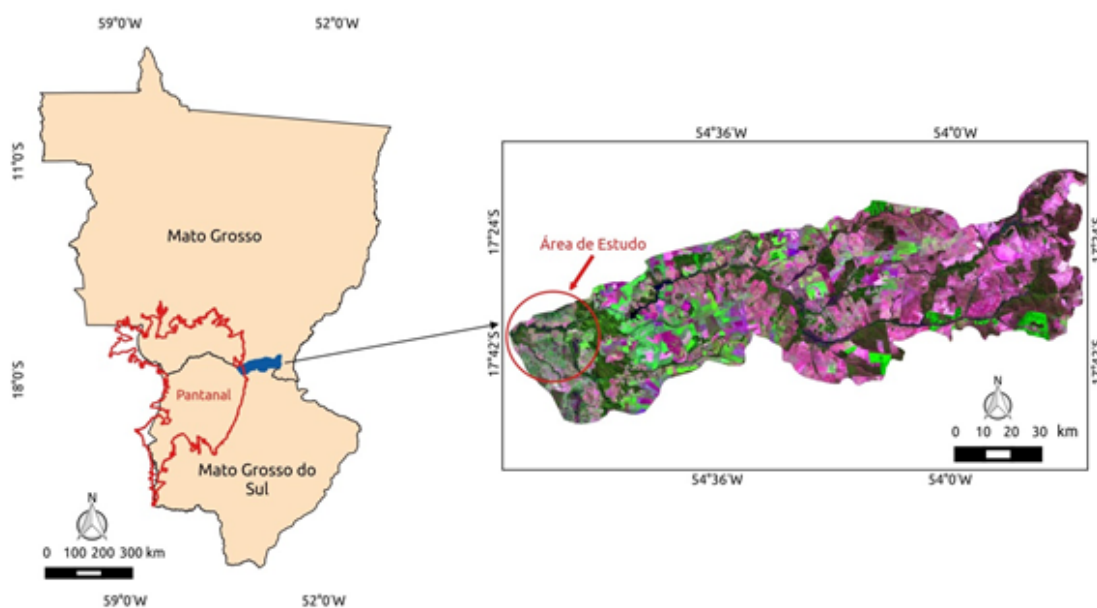


Figura 1 – Mapa de localização da bacia do rio Correntes e da área de estudo no baixo curso do rio Correntes, localizado entre a entrada na planície pantaneira e sua foz no rio Piquiri.

Com essas informações, foi concebido um banco de dados geográficos em que se criaram novos vetores, identificando cursos d’água até então não vetorizados e mapeando os trechos do rio Correntes onde houve modificações significativas, além da confecção de mapas da bacia.

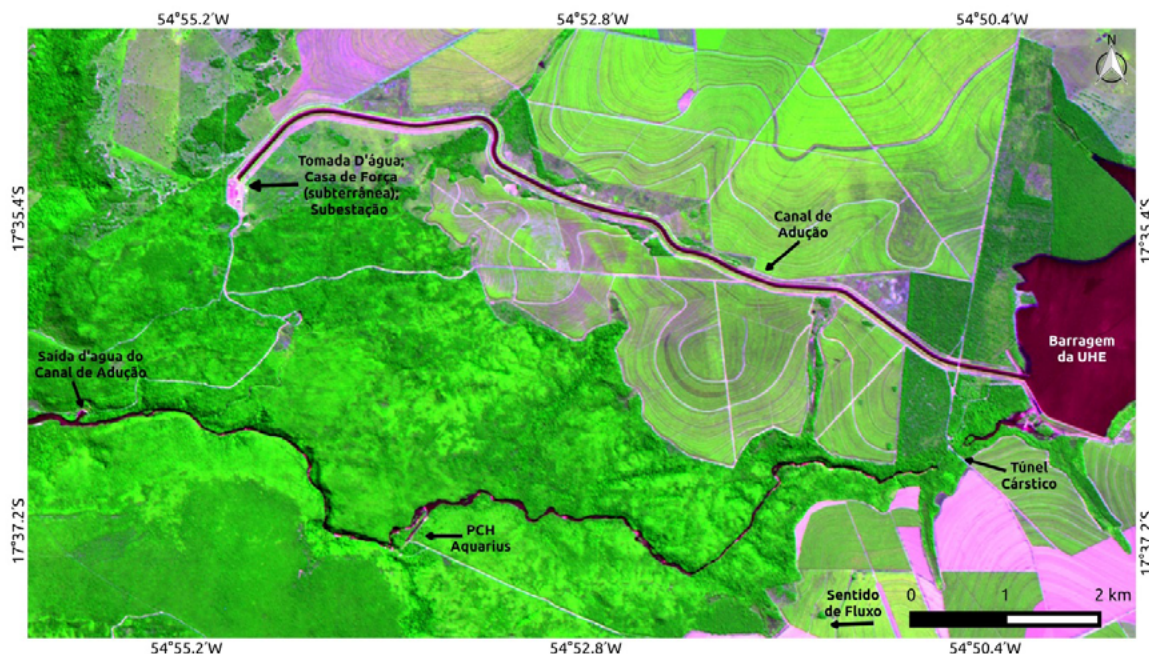


Figura 2 – A estrutura da UHE Ponte de Pedra altera profundamente a dinâmica hidrossedimentológica do trecho entre o túnel natural e a saída do túnel de fuga, pois nesta secção o volume de água é restrita a vazão liberada pelo vertedouro da barragem. (CBERS 4, composição R1G3B2, maio de 2016).

4. Resultados e Discussão

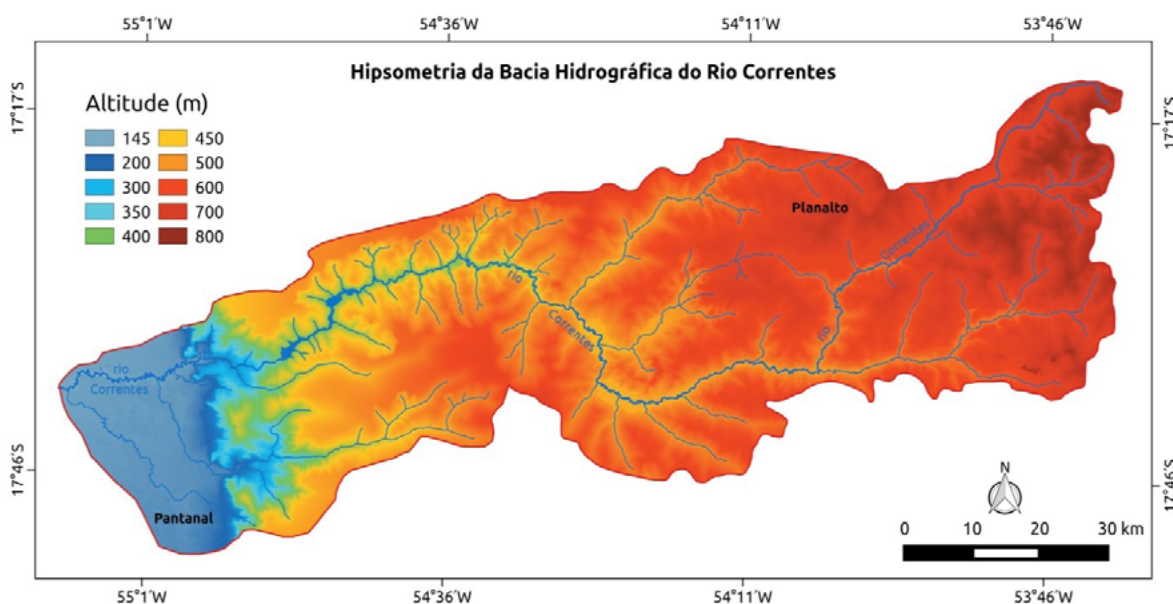


Figura 3 - Mapa hipsométrico da bacia do rio Correntes. No planalto o gradiente topográfico médio é de 2,26 m/km, enquanto que próximo a entrada do Pantanal até a foz é de apenas 0,12 metros/km.

O baixo curso do rio Correntes, localizado entre a sua entrada na planície pantaneira e sua foz no rio Piquiri, possui aproximadamente 41 km de extensão, apresentando Gradiente Topográfico de apenas 0,12 metros/km, em contraste ao gradiente médio de 2,26 m/km identificado no planalto (Figura 3). Conseqüentemente, a sinuosidade neste trecho é acentuada, com índice de

2,12, o que o caracteriza como meandrante.

Se comparados à dinâmica no planalto, os processos de migração lateral e a jusante desenvolvem-se rapidamente, dotando a planície fluvial de novas feições meândricas. Dessa forma, são de fácil reconhecimento feições meândricas que remetem a um estágio de desenvolvimento da planície fluvial no passado, principalmente pela presença de meandros abandonados. Por serem testemunhas da morfologia fluvial no passado e reflexo da dinâmica do canal, a identificação dos meandros abandonados e dos processos que levaram ao seu corte permitem a consecução de conhecimentos capazes de presumir novas mudanças, orientando o planejamento e ordenamento do território.

Do ponto de vista hidrológico, a instalação da UHE Ponte de Pedra gera influências no canal fluvial a montante e jusante da barragem. Conforme assinalado por Coelho (2008), os impactos a montante do represamento podem ser sentidos através da deposição de sedimentos, redução da velocidade da corrente e subida no nível das águas. No reservatório há o armazenamento de carga sólida e líquida, conseqüente tendência ao assoreamento e redução da vida útil da barragem e aumento da taxa de infiltração, com maior disponibilidade de água subterrânea. A jusante da barragem é sentida as maiores influências, como o controle da regularização das descargas fluviais, redução da carga sólida, alteração nas taxas de infiltração e, conseqüentemente, na disponibilidade de água subterrânea, entre outros

Neste sentido, ao analisar os dados de vazão d'água disponibilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), percebe-se uma tendência à regularização das descargas fluviais após o início da operação da UHE Ponte de Pedra (**Figura 4**).

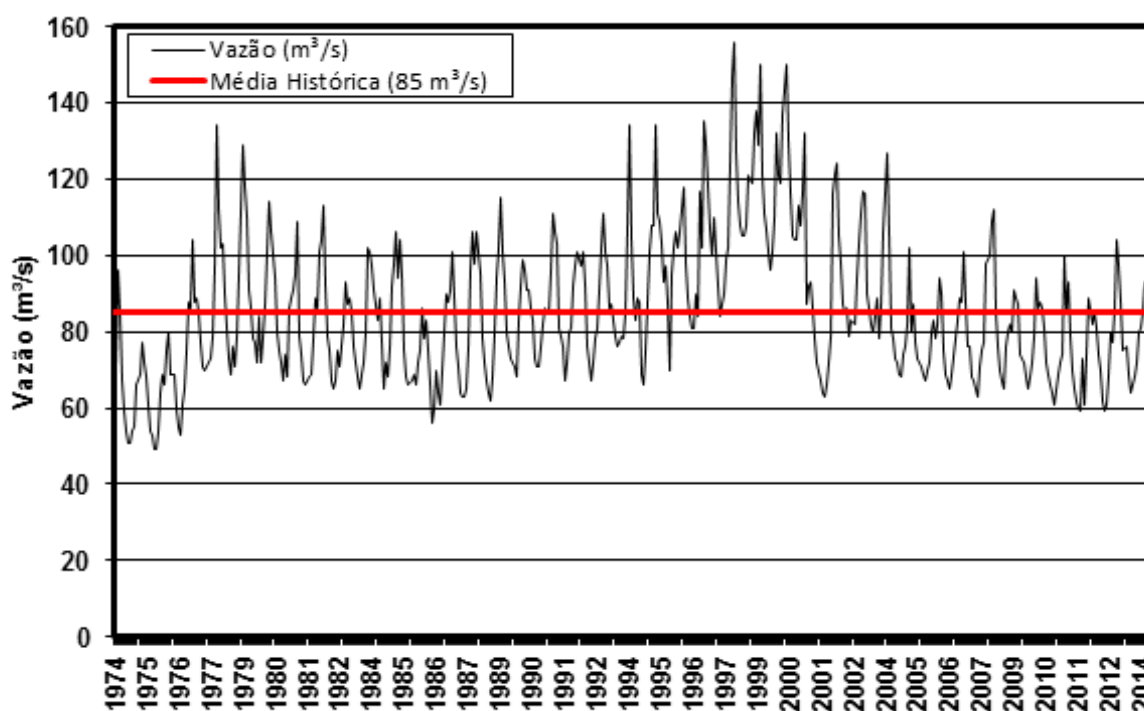


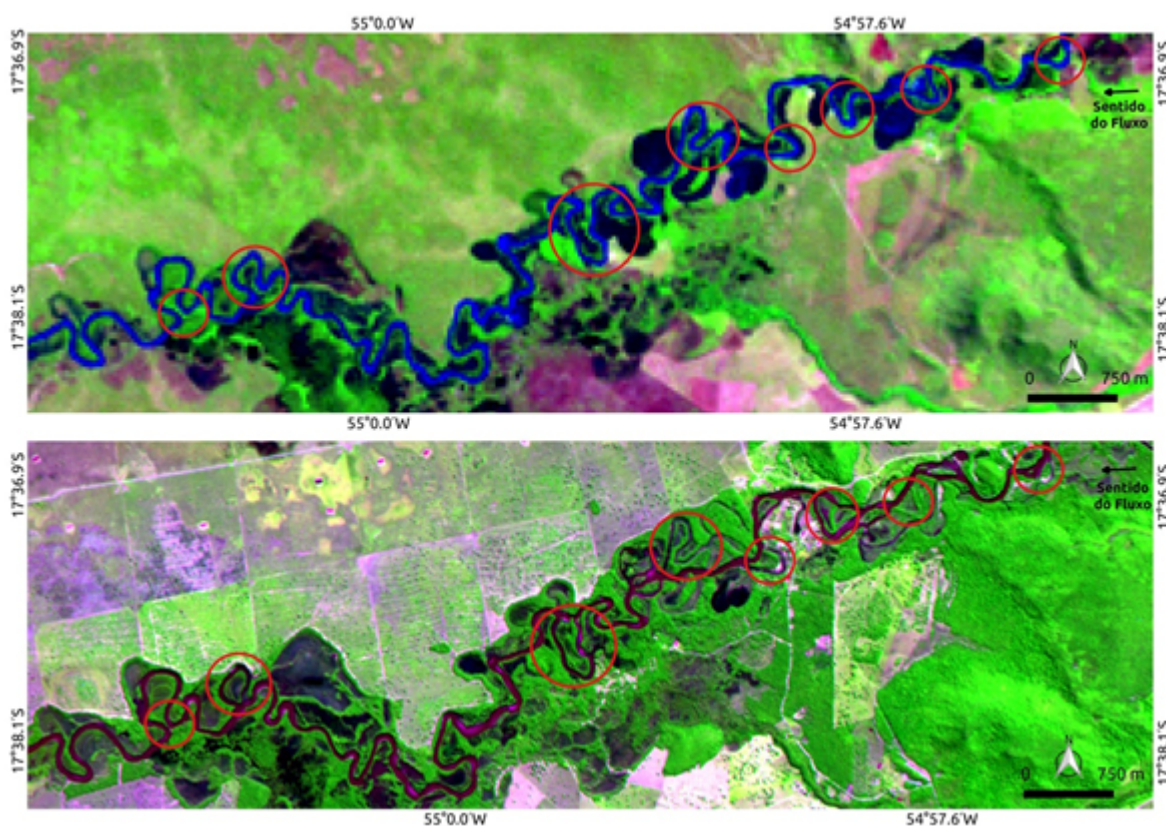
Figura 4 – Variação da vazão entre 1974 e 2014. Percebe-se que, após o início da operação da barragem da UHE Ponte de Pedra (2005), houve alteração na vazão. Fonte: O.N.S.

Entre 1974 e 2014 a vazão máxima já registrada refere-se a março de 1998 no valor de 156 m³/s, já a vazão mínima registrada é de 49 m³/s de agosto de 1975, enquanto que a vazão média neste período é de 85 m³/s. Conforme notado na figura acima, após o início das operações da

UHE Ponte de Pedra, ocorrido em 2005, percebe-se uma menor variação das vazões médias mensais, aproximando-se da média histórica, o que indica uma tendência à regularização das descargas fluviais.

O reconhecimento da morfologia do rio Correntes nos anos de 1984 e 2016 e a consequente comparação entre ambos possibilitou a identificação de curvas que apresentaram mudanças. No trecho são perceptíveis diversos processos de migração de meandros, destacando-se a expansão, o que indica predomínio de processos erosivos na margem côncava.

A contínua expansão dos meandros pode ocasionar o aumento e/ou a diminuição da sinuosidade do canal. Isto se deve ao fato de que a expansão resulta no aumento do raio de curvatura da curva, aumentando a sinuosidade. Em alguns casos, a expansão das curvas pode ocasionar o corte do meandro (*cutoff*), com consequente formação de lagos de meandros (*oxbow lake*) e diminuição da sinuosidade. Neste sentido, Christofolletti (1981) aponta que o raio de curvatura das curvas meândricas são inversamente relacionadas, isto é, o aumento da curvatura de determinado meandro resulta na diminuição da curvatura da curva adjacente.



No espaço de tempo de 32 anos, foram identificadas algumas curvas com mudanças significativas (**Figura 5**) em que o processo de expansão ocasionou o corte do meandro, ou ampliou a sinuosidade ao ponto de tornar-se uma questão de tempo o corte de meandro em algumas

A curvas.

Ao visualizar as imagens orbitais de 1984 e 2016, é possível notar diversas curvas com processo de corte de meandro. A vetorização do canal do baixo curso do rio Correntes nos permite perceber as mudanças ocorridas no canal em 32 anos, **Figura 6**, e em

Figura 5 – Comparando-se as figuras A (Landsat TM -5, R5G4B3, de 1984) e B (CBERS 4, PAN 10, R1G3B2, de 2016), percebe-se a ocorrência de diversas mudanças na morfologia do canal, dotando a planície fluvial de novas feições.

detalhe na **Figura 7** dois pontos de destaque.

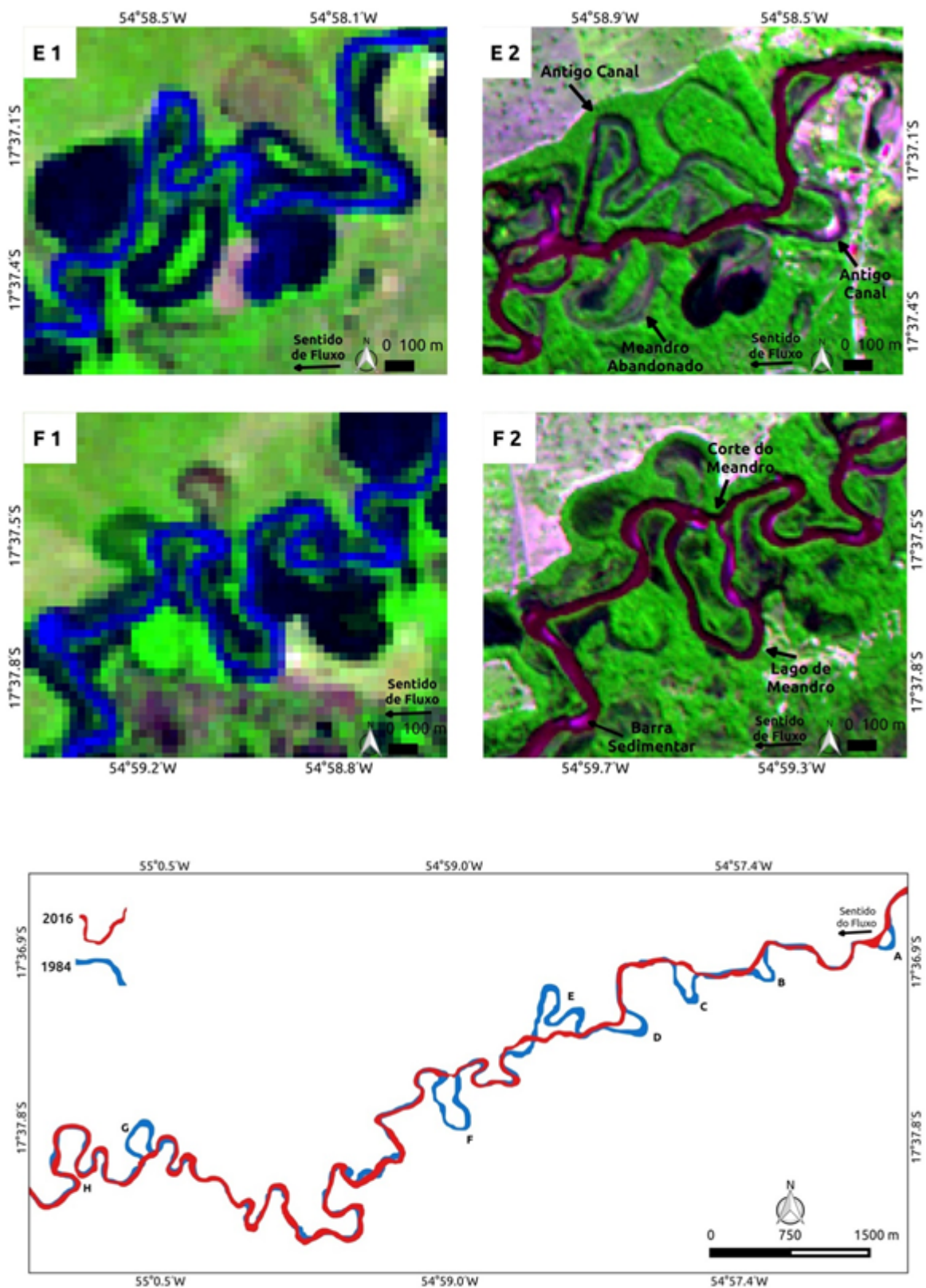


Figura 6 – Migração das curvas do baixo rio correntes entre os anos de 1984 e 2016. Entre as curvas A-G o processo de migração lateral e a jusante ocasionou a expansão do raio de curvatura da curva, levando o meandro ao corte. Na curva H é possível presumir um futuro corte de meandro.

A comparação do canal do rio correntes no espaço de tempo de 32 anos demonstra o predomínio de processo erosivo acelerado nas curvas côncavas, levando ao corte de meandro (curvas A, B, C, D, E, F e G). Na curva H nota-se que houve aumento do raio de curvatura e, conseqüentemente, fica evidente que ocorrerá o corte de meandro, diminuindo ainda mais a sinuosidade do canal. Na **Figura 7**, buscou-se destacar as curvas E e F pois são bastante perceptíveis as mudanças morfológicas ocorridas nesse trecho.

Ao comparar as curvas meândricas, percebe-se que a sinuosidade no baixo rio Correntes variou entre os anos de 1984 e 2016, com índices de 2,28 e 2,12, respectivamente, sinalizando uma tendência de retificação. Essa tendência reflete o ajuste do canal fluvial em relação aos fatores hidrossedimentológicos que o condicionam. Por sua vez, este ajuste é realizado continuamente, entretanto intervenções humanas - como a instalação de uma UHE - podem influenciar de diversas maneiras, como por exemplo, no regime de transporte de sedimentos.

Conforme assinalado por Souza Filho (2013), os sedimentos de carga de fundo serão retidos em todas as barragens, enquanto que a retenção dos sedimentos em suspensão dependerá de diversos fatores, como o comprimento do reservatório, tempo de residência, características físico-químicas das águas, etc. Dessa forma, haverá diminuição do aporte de sedimentos que adentram no pantanal, entretanto este dado não pode ser quantificado adequadamente, pois há escassez de informações.

Contudo, de acordo com a tendência à retenção de sedimentos pelas barragens, pode-se concluir que com a falta de suprimento detrítico e a manutenção dos outros fatores condicionantes da velocidade das águas, haverá um aumento da potência da corrente, levando o canal ao processo de ajuste, idem (2013). Este ajuste é realizado por meio do aumento da erosão marginal, potencializando o processo de migração lateral e a jusante das curvas meândricas, justificando os cortes de meandro e a diminuição da sinuosidade do baixo rio Correntes.

5. Conclusões

Com recurso do sensoriamento remoto, os estudos das mudanças morfológicas dos rios meandrantes tem obtido um salto em quantidade e qualidade, compondo-se como ferramenta viável e segura. Entretanto, tal ferramenta não se satisfaz sozinha, sendo necessário, dentre outros esforços, pesquisa bibliográfica e trabalho de campo.

Fazendo-se uso destes meios, foram notadas mudanças no raio de curvatura das curvas meândricas num período de 32 anos, destacando-se o processo de expansão, ocasionando ao longo do tempo o aumento e/ou a diminuição da sinuosidade do canal. Esse processo é possível devido às características de rios meandrantes, mas que podem ser acelerados a partir de interferências antrópicas.

As modificações ocorridas nos últimos 32 anos foram identificadas, e suas causas podem estar relacionadas às influências exercidas pelo barramento do canal pela UHE Ponte de Pedra. Entretanto, o nível de informações presentes na atualidade não são suficientes para conclusões definitivas. Neste sentido, planejam-se novas pesquisas na região visando não só a dinâmica fluvial, mas o uso e ocupação do solo na bacia e sua influência no sistema fluvial.

Destaca-se o fato desta pesquisa contribuir na identificação da dinâmica do rio Correntes e sua bacia, e nas influências que barramentos para aproveitamento energético podem exercer nos canais fluviais, visto que a Bacia do Alto Paraguai é objeto de diversos empreendimentos e comporta um ecossistema particular e complexo, o Pantanal. Neste sentido, estudos que colaboram na identificação da dinâmica fluvial antes e após a instalação de empreendimentos hidrelétricos poderão colaborar no reconhecimento dos impactos e seus efeitos para a planície pantaneira.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte institucional da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul - Câmpus do Pantanal; à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul – FUNDECT (processo 083/2016), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processos 447402/2014-5 e 448923/2014-9) e também pela bolsa de pesquisador (PQ2) para Aguinaldo Silva (312.386/2014-1).

7. Referências

- ANA; GEF; PNUMA; OEA. Implementação de práticas de gerenciamento integrado de bacia hidrográfica para o Pantanal e bacia do alto Paraguai: diagnóstico analítico do Pantanal e bacia do alto Paraguai. Relatório Final. Brasília-DF, 2003. Disponível em: <<http://iwlearn.net/iw-projects/583/reports/diagonistic-analysis-of-the-basin-spanish>>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica. PCH's do estado do Mato Grosso: Eixo Disponível. Brasília-DF, 2015. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/scg/Doc/Publicacao_PCH_MT_EixoDisponivel.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- COELHO, A. L. N.; CUNHA, S. B.; SOUZA, C. A. Efeitos na morfologia Fluvial provocados pelo barramento da UHE Santo Antônio no rio Madeira. Revista Geonorte, v.10, n.1, p.18–24, 2014. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/viewFile/1433/1318>>. Acesso em: 13 dez. 2015.
- COELHO, A. L. N.; Geomorfologia Fluvial de rios impactados por barragens. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v.9, n.26, p. 16-32, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15721>>. Acesso em: 07 dez. 2015.
- CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia Fluvial. Volume 1. São Paulo: Edgard Blucher Ltda., 1981.
- DNOS. Estudos Hidrológicos da Bacia do alto Paraguai. Rio de Janeiro: Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento, 1974.
- SOUZA FILHO, E. E. S.; As barragens na bacia do rio Paraguai e a possível influência sobre a descarga fluvial e o transporte de sedimentos. Boletim de Geografia, Maringá, v. 31, n. 1, p. 117-133, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/13638>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da; Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 9º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções da população. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm>. Acesso em: 13 maio. 2016.
- LANGBEIN, W. B.; LEOPOLD, L. B. River Meanders: Theory of Minimum Variance. Physiographic And Hydraulic Studies Of Rivers. Washington: 1966. 21p.
- LEOPOLD, L. B., and WOLMAN, M. G. River channel patterns: braided, meandering, and straight, U.S. Gout. Print. Off., Washington, 1957.
- MELO, M. S. de; GUIMARÃES, G. B.; PONTES, H. S.; MASSUQUETO, L. L.; FIGURIM, I.; BAGATIM, H. Q.; GIANNINI, P. C. F. Carte em rochas não-carbonáticas: o exemplo dos arenitos da Formação Furnas, Campos Gerais do Paraná/Brasil e as implicações para a região. Espeleo-Tema, Campinas-SP, v.22, n.1. 2011. Disponível em: <http://www.sbe.com.br/espeleo-tema/espeleo-tema_v22_n1_081-097.pdf>. Acesso em: 15 de Jun. 2016.
- SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais da Bacia do Alto Paraguai/MS 2004. Campo Grande-MS, 2005. Disponível em: <<http://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/relatorios/2004/relatorio2004.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.
- O.N.S. – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Série de Vazões Naturais Médias Mensais. 2014. Disponível em: <http://www.ons.org.br/operacao/vazoes_naturais.aspx>. Acesso em: 01 jul. 2016.

